



Ischias : Von der Streckbank zur Mikrodiskektomie

Gruber, Philipp ; Böni, Thomas

Abstract: Aufgrund geringer anatomischer und pathophysiologischer Kenntnisse des diskogenen Nervenkompressionssyndroms waren die Behandlungsmöglichkeiten sowohl während der Antike als auch im Mittelalter beschränkt und meist wenig spezifisch. Hervorzuheben ist die Streckbank (Scamnum Hippocratis), die aber für ganz unterschiedliche Rückenleiden Verwendung fand. Erst mit dem Zuwachs der anatomischen Kenntnisse und Fortschritte im Bereich der Asepsis, Anästhesie und Chirurgie seit Anfang des 19. Jahrhunderts erfolgten vermehrt spinalchirurgische Eingriffe. Im Jahr 1908 hatte der Neurologe Oppenheim (1858–1919) zusammen mit dem Chirurgen Feodor Krause (1857–1937) eine Bandscheibenoperation initiiert und erfolgreich durchgeführt, hat aber die Pathologie als solche verkannt. William Jason Mixter (1880–1958) und Joseph Seaton Barr (1901–1963) haben 1934 die diskogen bedingte Nervenkompression als Krankheitsbild und ihre chirurgische Therapie etabliert. Seither hat der Eingriff an der Bandscheibe rapide zugenommen. Die chirurgischen Behandlungsmöglichkeiten haben sich ebenso rasch gewandelt und seit der Einführung des Operationsmikroskops in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts auch verfeinert und den Weg zur chirurgischen Mikrodiskektomie geebnet. Es wurde bald auch nach alternativen, minimal-invasiven Verfahren gesucht. So wurde 1964 die Chemonukleolyse vom Orthopäden Lyman Smith (1912–1991) eingeführt, ein minimal-invasives Verfahren, bei dem unter Durchleuchtung eine proteolytische Enzymlösung ins Bandscheibenfach appliziert wurde. Bereits 1975 erfolgte die Erstbeschreibung der perkutanen Nukleotomie durch den Japaner Sadahisa Hijikata, die anstelle einer Enzymlösung Arbeitsinstrumente zur Extraktion von Bandscheibengewebe unter Durchleuchtung in den jeweilige Bandscheibenraum brachte. Seither wurden weitere Varianten der minimal-invasiven Verfahren entwickelt. Ebenso wurde die Mikrodiskektomie technisch vorangetrieben, welche bis heute das Standardverfahren geblieben ist. In ancient times as well as in the Middle Ages treatment options for discogenic nerve compression syndrome were limited and usually not very specific because of low anatomical and pathophysiological knowledge. The stretch rack (scamnum Hippocratis) was particularly prominent but was widely used as a therapeutic device for very different spinal disorders. Since the beginning of the nineteenth century anatomical knowledge increased and the advances in the fields of asepsis, anesthesia and surgery resulted in an increase in surgical interventions on the spine. In 1908 the first successful lumbar discectomy was initiated and performed by the German neurologist Heinrich O. Oppenheim (1858–1919) and the surgeon Fedor Krause (1857–1937); however, neither recognized the true pathological condition of discogenic nerve compression syndrome. With the landmark report in the New England Journal of Medicine in 1934, the two American surgeons William Jason Mixter (1880–1958) and Joseph Seaton Barr (1901–1963) finally clarified the pathomechanism of lumbar disc herniation and furthermore, propagated discectomy as the standard therapy. Since then interventions on intervertebral discs rapidly increased and the treatment options for lumbar disc surgery quickly evolved. The surgical procedures changed over time and were continuously being refined. In the late 1960s the surgical microscope was introduced for spinal surgery by the work of the famous neurosurgeon Mahmut Gazi Yasargil and his colleague Wolfhard Caspar and so-called microdiscectomy was introduced. Besides open discectomy other interventional techniques were developed to overcome the side effects of surgical procedures. In 1964 the American orthopedic surgeon Lyman Smith (1912–1991) introduced chemonucleolysis, a minimally invasive technique consisting only of a cannula and the proteolytic enzyme chymopapain, which is injected into the disc compartment to dissolve the displaced disc material. In 1975 the Japanese orthopedic surgeon Sadahisa Hijikata described percutaneous discectomy for the first time, which was a

further minimally invasive surgical technique. Further variants of minimally invasive surgical procedures, such as percutaneous laser discectomy in 1986 and percutaneous endoscopic microdiscectomy in 1997, were also introduced; however, open discectomy, especially microdiscectomy remains the therapeutic gold standard for lumbar disc herniation.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00113-015-0099-3>

Other titles: Sciatica : From stretch rack to microdiscectomy

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-115151>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Gruber, Philipp; Böni, Thomas (2015). Ischias : Von der Streckbank zur Mikrodiskektomie. *Der Unfallchirurg*, 118(Suppl. 1):53-65.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00113-015-0099-3>



Ischias

Von der Streckbank zur Mikrodiskektomie

Heutzutage ist die Bandscheibenoperation eine der meist durchgeführten Eingriffe der spinalen Chirurgie überhaupt und somit fester Bestandteil der Therapie beim diskogenen Nervenkompressionsyndrom. Der Weg zu diesem bewährten Therapiekonzept war lang und nicht immer eindeutig und fand erst durch die bahnbrechende Studie im *New England Journal of Medicine* von Mixter u. Barr Mitte der 30er Jahre des vergangenen Jahrhunderts breitere Akzeptanz. In diesem Beitrag soll die Entwicklung der chirurgischen Behandlungsmethoden des „Ischias“ von den frühen Therapieansätzen in der Antike bis Ende des 20. Jahrhunderts dargestellt werden.

Beginn der chirurgischen Bandscheibentherapie

Damit ein chirurgischer Eingriff erfolgversprechend ist, muss eine klare anatomische und auch pathophysiologische Vorstellung für das zu behandelnde Krankheitsbild vorliegen. Diese anatomischen und pathophysiologischen Zusammenhänge einer mechanischen Nervenwurzelkompression durch einen Bandscheibenvorfall und den „Ischias“-Beschwerden blieben aber den Ärzten über sehr lange Zeit hinweg verborgen und sollten erst 1934 durch Mixter u. Barr [1] ins richtige klinische Licht gerückt werden.

Neben den pathophysiologischen und -anatomischen Kenntnissen mussten aber auch die operationstechnischen Bedingungen für einen erfolgreichen

Wirbelsäuleneingriff geschaffen werden. Deshalb wären ohne die Entwicklung der Anästhesie Anfang des 19. Jahrhunderts das Konzept der Antisepsis durch den englischen Chirurgen John Lister (1827–1912) im Jahre 1866 [2] sowie die Entdeckung (1895) und rasche medizinische Anwendung der Röntgenstrahlen [3] diese Eingriffe alle nicht denkbar gewesen.

Antike

Somit ist es geradezu verständlich, dass die meisten frühen Behandlungsversuche von der Antike bis in die Neuzeit hinein im Wesentlichen aus konservativen Maßnahmen bestanden. Die wohl bekannteste Technik war die „Hippokratische Bank“, lat. „Scamnum Hippocratis“ genannt, die vom griechischen Arzt Hippokrates von Kos (460–370 v. Chr.) eingeführt wurde und vornehmlich bei Wirbelsäulentraumen als eine Art Streckapparat Verwendung fand (■ Abb. 1a; [4]). In abgewandelter Form und Indikation hat sich dieser Therapieansatz selbst für den Bandscheibenvorfall bis in die Neuzeit, wenn auch mit fraglicher therapeutischer Evidenz, gehalten [5].

Während der kaiserlich-römischen Zeit führte der Gladiatorenarzt Galen von Pergamon eine ausschweifende Lebensführung als Grund für die Ischiasbeschwerden an und riet gemäß dem weitverbreiteten Konzept der Humoralpathologie zu körperreinigenden Handlungen und Aderlass [6].

Mittelalter

Zu Beginn des Frühmittelalters finden sich Hinweise, dass chirurgische Ein-

griffe an der Wirbelsäule durchaus erwogen wurden. Der byzantinische Arzt Paulus von Aegina (625–690) beschreibt im 6. Buch seiner medizinischen Schriften, welches ausschließlich der Chirurgie gewidmet ist, wie man bei traumatischen Wirbelsäulenverletzungen eine Laminektomie durchzuführen hat [7]. Hingegen empfahl er bzgl. des chronischen Ischias die Kauterisation mittels Brenneisen, wobei das Eisen an 3 Punkten, nämlich an der Hüfte, Kniekehle und Schienbeinaußenseite anzusetzen sei [7].

Während des Mittelalters finden sich in den medizinischen Überlieferungen keine Hinweise für wirbelsäulenchirurgische Eingriffe. Es wurden v. a. konservative Therapieansätze meist bei Wirbelsäulentraumen beschrieben.

Neuzeit

Zu Beginn der frühen Neuzeit berichtete der bekannte türkische Arzt Serefeddin Sabuncuoglu (1385–1470?) in seinem Buch über Chirurgie (Cerrahiyetu'l Haniyye) neben den herkömmlichen Methoden, wie Medikamente, über ein „interventionelles“ Verfahren, mit welchem Patienten mit Ischiasbeschwerden behandelt werden konnten. Dabei handelte es sich um Kauterisierung durch Hydrochlorsäure [8]. Es war ein mehrstufiges Prozedere, das zuerst aus einer lokalen einstündigen Hydrochlorsäurenexposition mithilfe eines ringförmigen metallenen Instruments bestand. Danach schloss sich die daraus resultierende Wundbehandlung über 3 Tage an. Dieses Behandlung konnte ge-

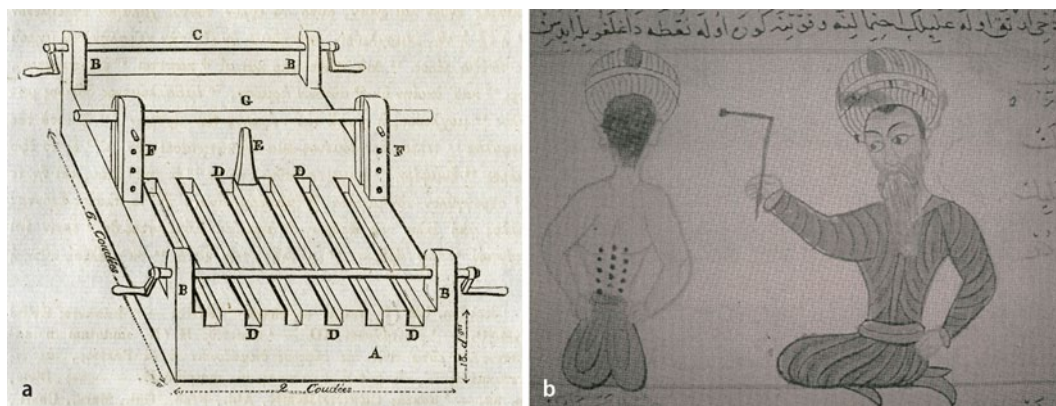


Abb. 1 ▲ **a** Die einfachste Form einer hippokratischen Bank, rekonstruiert nach Emile Littré [53], das sogenannte „Scamnum Hippocraticum“, welche zur Behandlung unterschiedlicher Wirbelsäulenleiden angewendet wurde [53]. Dabei funktionierte diese Apparatur als eine Art Streckbank. (Mit freundl. Genehmigung von Dr. T. Böni). **b** Diese Darstellung aus dem Buch über Chirurgie (Cerrahiyetu'l Haniyye) vom ottomanischen Arzt und Chirurgen Serefeddin Sabuncuoglu (1385–1470?) zeigt die Stellen am Körper, wo eine Kauterisation zur Behandlung von Rückenschmerzen durchgeführt werden soll. (Aus [8], mit freundl. Genehmigung von Elsevier)

maß Sabuncuoglu repetitiv angewendet werden (■ **Abb. 1b**).

Ebenso wurde zu dieser Zeit durch den französischen Chirurgen Ambroise Paré (1510–1590 [9]), welcher u. a. als Leibarzt von Kaiser Karl V. von Habsburg diente, chirurgische Eingriffe für Wirbelsäulenverletzungen als mögliche Behandlungsoption angeführt.

Erst 1829 wurde die erste erfolgreiche Laminektomie der Neuzeit, welche über 3 Wirbelsäulensegmente hinweg durchgeführt wurde, vom amerikanischen Chirurgen Alban Gilpin Smith (1788–1869) beschrieben [10]. Dabei dekomprimierte er die neuralen Strukturen mit der Entfernung der Wirbelbögen bei einem jungen Patienten, der über 2 Jahre nach einem Sturz vom Pferd eine progressive Paralyse entwickelt hatte.

» Erst 1829 wurde über die erste erfolgreiche Laminektomie berichtet

Die Laminektomie sollte ein wesentlicher Bestandteil der späteren lumbalen Bandscheibenoperationen über lange Zeit hinweg bleiben. Die Laminektomie erfolgte damals über einen medianen Hautschnitt. Der Wirbelbogen wurde komplett durch Meißel, Sägen oder Rongeurs entfernt und nicht wieder eingefügt [11].

Dass aber auch im 19. Jahrhundert der Zeitgeist und neueste technische Erfindungen, wie hier am Beispiel der Elektrizität, einen Einfluss auf Therapieformen nehmen können, soll der folgende Fallbericht des amerikanischen Neurologen William Alexander Hammond (1828–1900 [12]), einem Vertreter der „spinal irritation“, zeigen, den er in seinem neurologischen Lehrbuch „A treatise on diseases of the nervous system“ anführte. Eine 29-jährige Frau, die nach ihm an einer ausgeprägten Form von lumbaler „spinal irritation“ litt, wurde 1869 nach mehrfacher Anwendung mit einer lokalen kutanen Elektrotherapie, der sogenannten „galvanischen Therapie“, erfolgreich behandelt. Die galvanische Therapie beschrieb er als eine Therapieoption bei „spinal irritation“, dabei sollte der Minuspol (Kathode) auf den oberhalb des Hauptschmerzpunkts und der Pluspol (Anode) in etwa gleicher Distanz darunter platziert werden. Die Stromapplikation sollte nicht länger als jeweils 3–4 min dauern, insgesamt sollte eine solche Therapiesequenz, „séance“ genannt, jeweils nicht länger als 15 min dauern.

Die ersten Bandscheibenoperationen

Über die vermutlich erste Bandscheibenoperation der Geschichte berichteten die beiden deutschen Mediziner Heinrich

O. Oppenheim (1858–1919) und Fedor Krause (1857–1937) 1909 in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift [13]. Am 23. Dezember 1908 erfolgte dieser Eingriff im Augusta-Spital in Berlin an einem 43-jährigen Prager Kaufmann, der seit Jahren an ischialgiformen Beschwerden litt und plötzlich ein Kaudasyndrom entwickelt hatte. Der Neurologe Oppenheim versuchte zuerst, den Patienten durch konservative Methoden zu therapieren, was ihm aber nicht gelang. Dank einer guten klinisch-neurologischen Analyse gelang es Oppenheim, die spinale Pathologie auf Höhe der Wirbelsäulenelemente L2–4 einzugrenzen. Somit konnte sein chirurgischer Kollege Krause den Eingriff wie folgt durchführen: In linker Seitenlage wurden zuerst die Processus spinosi der Wirbelsäulensegmente L2, 3 und 4 dargestellt; dann erfolgte über die 3 Segmente hinweg eine komplette Laminektomie. Die so freigelegte Dura wurde der Länge nach eröffnet. Der intraoperative Befund zeigte auf Höhe des Wirbelsäulensegments L4 eine weiche, nicht blutige Raumforderung, welche schlussendlich transdural mit Hilfe eines scharfen Löffels entfernt wurde (■ **Abb. 2a**). Fälschlicherweise wurde diese Raumforderung für ein Enchondrom gehalten, was aber durchaus den damaligen pathophysiologischen Ansichten entsprach. Wenn damit zwar die eigentliche Pathologie, nämlich prolabierte Bandscheibengewebe, als solche verkannt wurde, hat diese Operation dem

P. Gruber · T. Böni

Ischias. Von der Streckbank zur Mikrodiskektomie

Zusammenfassung

Aufgrund geringer anatomischer und pathophysiologischer Kenntnisse des diskogenen Nervenkompressionssyndroms waren die Behandlungsmöglichkeiten sowohl während der Antike als auch im Mittelalter beschränkt und meist wenig spezifisch. Hervorzuheben ist die Streckbank (Scamnum Hippocratis), die aber für ganz unterschiedliche Rückenleiden Verwendung fand. Erst mit dem Zuwachs der anatomischen Kenntnisse und Fortschritte im Bereich der Asepsis, Anästhesie und Chirurgie seit Anfang des 19. Jahrhunderts erfolgten vermehrt spinalchirurgische Eingriffe. Im Jahr 1908 hatte der Neurologe Oppenheim (1858–1919) zusammen mit dem Chirurgen Feodor Krause (1857–1937) eine Bandscheibenoperation initiiert und erfolgreich durchgeführt, hat aber die Pathologie als solche verkannt.

William Jason Mixter (1880–1958) und Joseph Seaton Barr (1901–1963) haben 1934 die diskogen bedingte Nervenkompression als Krankheitsbild und ihre chirurgische Therapie etabliert. Seither hat der Eingriff an der Bandscheibe rapide zugenommen. Die chirurgischen Behandlungsmöglichkeiten haben sich ebenso rasch gewandelt und seit der Einführung des Operationsmikroskops in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts auch verfeinert und den Weg zur chirurgischen Mikrodiskektomie geebnet. Es wurde bald auch nach alternativen, minimal-invasiven Verfahren gesucht. So wurde 1964 die Chemonukleolyse vom Orthopäden Lyman Smith (1912–1991) eingeführt, ein minimal-invasives Verfahren, bei dem unter Durchleuchtung eine proteolytische Enzymlösung ins Bandscheibenfach appliziert

wurde. Bereits 1975 erfolgte die Erstbeschreibung der perkutanen Nukleotomie durch den Japaner Sadahisa Hijikata, die anstelle einer Enzymlösung Arbeitsinstrumente zur Extraktion von Bandscheibengewebe unter Durchleuchtung in den jeweilige Bandscheibenraum brachte. Seither wurden weitere Varianten der minimal-invasiven Verfahren entwickelt. Ebenso wurde die Mikrodiskektomie technisch vorangetrieben, welche bis heute das Standardverfahren geblieben ist.

Schlüsselwörter

Medizingeschichte · Ischias · Bandscheibenvorfall · Wirbelsäulenchirurgie · Diskektomie

Sciatica. From stretch rack to microdiscectomy

Abstract

In ancient times as well as in the Middle Ages treatment options for discogenic nerve compression syndrome were limited and usually not very specific because of low anatomical and pathophysiological knowledge. The stretch rack (scamnum Hippocratis) was particularly prominent but was widely used as a therapeutic device for very different spinal disorders. Since the beginning of the nineteenth century anatomical knowledge increased and the advances in the fields of asepsis, anesthesia and surgery resulted in an increase in surgical interventions on the spine. In 1908 the first successful lumbar discectomy was initiated and performed by the German neurologist Heinrich O. Oppenheim (1858–1919) and the surgeon Feodor Krause (1857–1937); however, neither recognized the true pathological condition of discogenic nerve compression syndrome. With the landmark report in the New England Journal

of Medicine in 1934, the two American surgeons William Jason Mixter (1880–1958) and Joseph Seaton Barr (1901–1963) finally clarified the pathomechanism of lumbar disc herniation and furthermore, propagated discectomy as the standard therapy. Since then interventions on intervertebral discs rapidly increased and the treatment options for lumbar disc surgery quickly evolved. The surgical procedures changed over time and were continuously being refined. In the late 1960s the surgical microscope was introduced for spinal surgery by the work of the famous neurosurgeon Mahmut Gazi Yasargil and his colleague Wolfhard Caspar and so-called microdiscectomy was introduced. Besides open discectomy other interventional techniques were developed to overcome the side effects of surgical procedures. In 1964 the American orthopedic surgeon Lyman Smith (1912–1991) introduced chemonucleolysis, a minimally in-

vasive technique consisting only of a cannula and the proteolytic enzyme chymopapain, which is injected into the disc compartment to dissolve the displaced disc material. In 1975 the Japanese orthopedic surgeon Sadahisa Hijikata described percutaneous discectomy for the first time, which was a further minimally invasive surgical technique. Further variants of minimally invasive surgical procedures, such as percutaneous laser discectomy in 1986 and percutaneous endoscopic microdiscectomy in 1997, were also introduced; however, open discectomy, especially microdiscectomy remains the therapeutic gold standard for lumbar disc herniation.

Keywords

History of medicine · Discectomy · Sciatica · Spinal surgery · Lumbar disc herniation

Patienten geholfen und er konnte bald an einem Stock wieder gehen. Die Blasen- und Darmfunktionen hatten sich ebenso erholt.

Drei Jahre später berichtete der amerikanische Chirurg Joel E. Goldthwait (1866–1961 [14]) von einem 39-jährigen Patienten mit einer rezidivierenden Rückenschmerz-anamnese und plötz-

lich aufgetretenem Kaudasyndrom. Nach einer heftigen lumbalen Schmerzepisode, bei welcher sich trotz wiederholter und forcierter manueller Repositionsmanöver der Lendenwirbelsäule keine Besserung, sondern ein komplettes Kaudasyndrom einstellte, wurde nach einigen Wochen ohne klinische Zustandsbesserung ein explorativer chirurgischer Eingriff erwogen.

Dieser wurde von keinem Geringeren als dem amerikanischen Neurochirurgen Harvey Cushing (1896–1939) vorgenommen, welcher eine komplette Laminektomie auf Höhe der Wirbelsäulensegmente L3 bis zum Sakrum durchführte. Intraoperativ fanden sich keine sonderlichen pathologischen Befunde. Trotz scheinbar fehlender Patho-

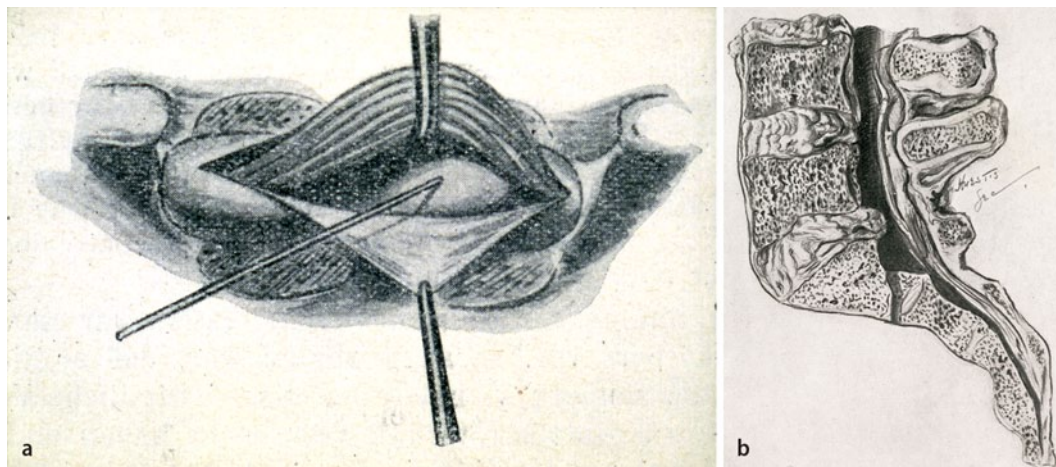


Abb. 2 **a** Diese Zeichnung, **Abb. 4** aus der Originalarbeit [13] von Heinrich O. Oppenheim (1858–1919) und Fedor Krause (1857–1937), ist die erste Darstellung des intraoperativen Befundes eines Bandscheibenprolapses. Dabei wird mit dem stumpfen Haken die Cauda equina hochgehalten, darunter kommt der „doppeltbohnengrosser, längstehender, flach gewölbte Tumor“ zum Vorschein. Der Neurologe Oppenheim und sein chirurgischer Kollege Krause waren die ersten, welche eine Operation eines Bandscheibenvorfalls durchgeführt haben. (Aus [13], mit freundl. Genehmigung des Thieme-Verlags). **b** Diese graphische Darstellung soll die Hypothese eines Bandscheibenvorfalls gemäß den Vorstellungen des amerikanischen Chirurgen Joel E. Goldthwait (1866–1961 [14]) wiedergeben. Nachdem die intraoperative Exploration bei einem Patienten mit Kaudasyndrom keine pathologischen Befunde gezeigt hatte, spekulierte Goldthwait, dass ein sich selbst reponierter Bandscheibenvorfall hierfür verantwortlich sein könnte. (Aus [14], mit freundl. Genehmigung der Massachusetts Medical Society)

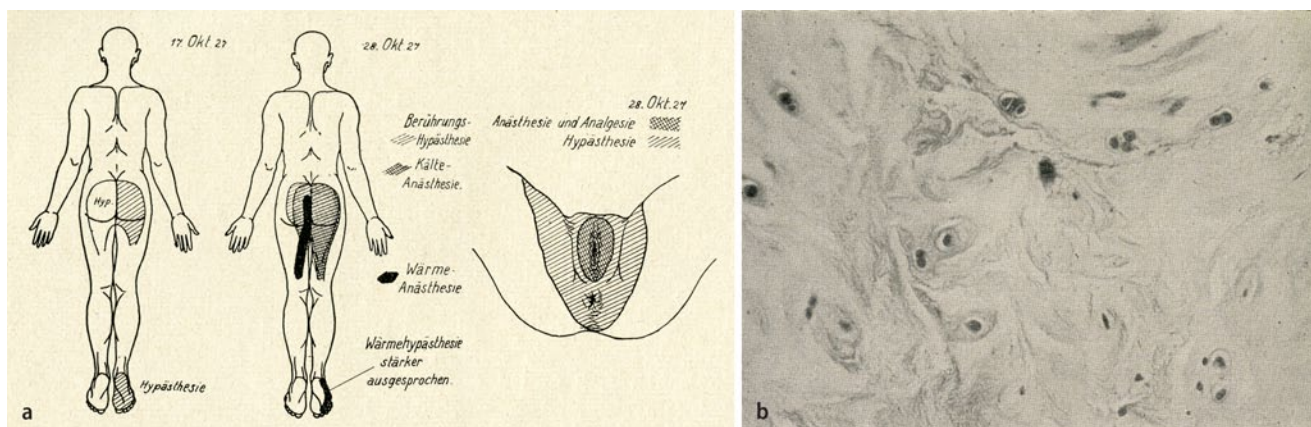


Abb. 3 **a** Diese schematische Zeichnung mit den sehr detailreich eingezeichneten neurologischen Ausfälle der 36-jährigen Patientin, über die der Schweizer Neurologe Otto Veraguth (1870–1944 [16]) in seinen „Neurologischen Skizzen“ berichtet, ist ein sehr schönes Beispiel für die damalige neurotopologische Diagnostik, die u. a. auf den Arbeiten von Theodor Kocher basieren. Diese Patientin wurde schlussendlich aufgrund der Progredienz der klinisch-neurologischen Befunde an der Wirbelsäule durch den Chirurgen Hans Brun (1874–1946) operiert. **b** Hier ist die histologische Aufarbeitung des Falls von Otto Veraguth; leider wurde das Gewebe von dem damaligen Pathologen Albertini als Myxochondrom angegeben [16]. (Aus [16], mit freundl. Genehmigung von EMH Swiss Medical Publishers Ltd.)

logie, hatte sich der Patient teilweise von seinen neurologischen Ausfällen erholt. Goldthwait stellte daraufhin die Hypothese auf, dass ein Bandscheibenvorfall für diese Beschwerden ursächlich gewesen sein könnte (**Abb. 2b**).

im Jahr 1928 wurde eine wenig bekannte, aber sehr frühe und präzise Fallbeschreibung eines Bandscheibenvorfalls mit chirurgischer Therapie vom Schweizer Neurologen Otto Veraguth (1870–1944)

verfasst [15]. Veraguth berichtete in den „Neurologischen Skizzen“ von einer 36-jährigen Patientin [16], die bereits in ihrer Vorgeschichte über rezidivierenden Rückenschmerzepisoden klagte und nach einer erneuten Schmerzexazerbation über Tage hinweg ein Kaudasyndrom entwickelte (**Abb. 3a**). Nach eingehender klinischer und radiologischer Untersuchung konnte er die Pathologie auf Höhe des Wirbelkörpersegments L5 aus-

machen. Bei der radiologischen Untersuchung handelte es sich um eine spinale Myelographie, die knappe 7 Jahre zuvor von den Franzosen Jean Athanese Sicard (1872–1929) und Jacques Forestier (1890–1978) eingeführt wurde [17]. Da die Beschwerden weiterhin progredient waren, führte schlussendlich der Schweizer Chirurg Hans Brun (1874–1946), ebenfalls ein Pionier der Wirbelsäulenchirurgie, auf Höhe der Wirbelsäulensegmente L4 und

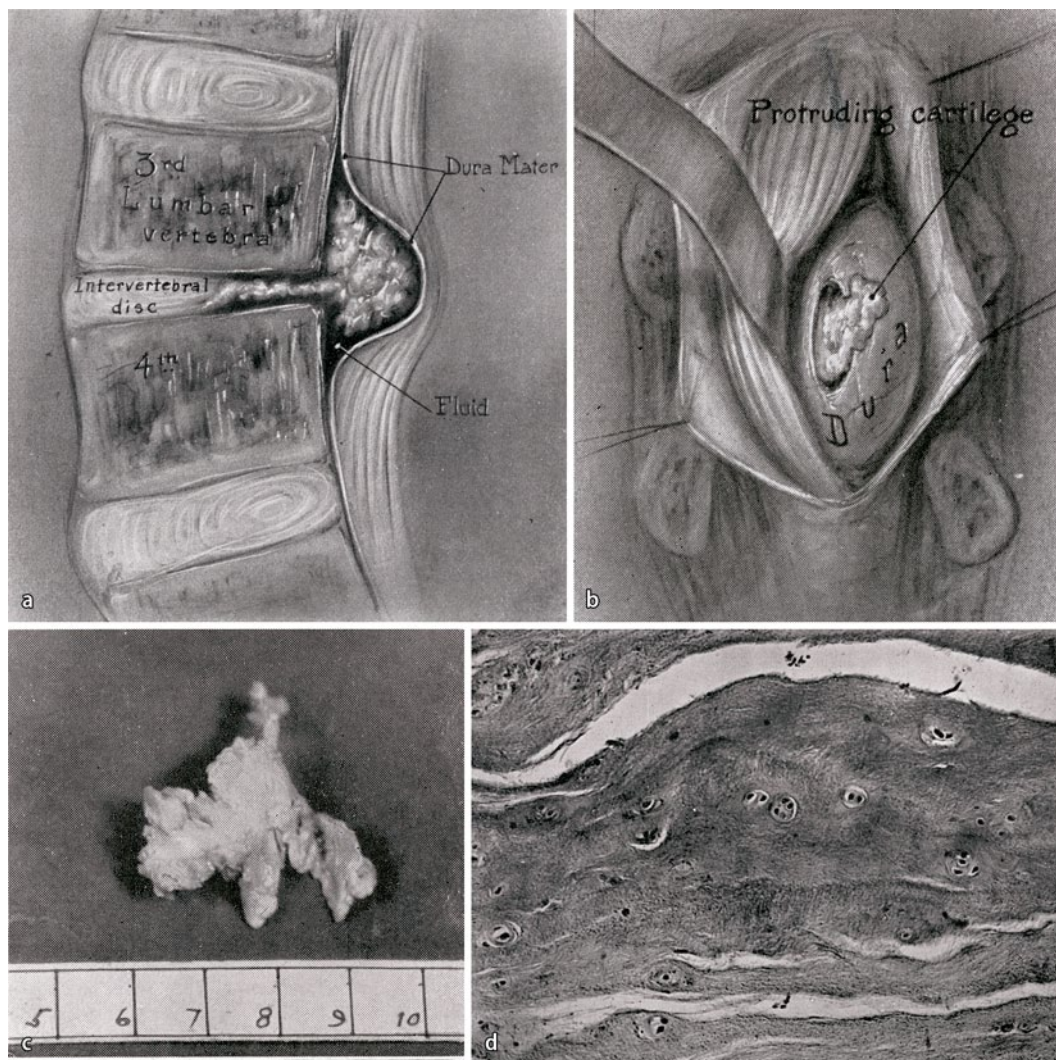


Abb. 4 ◀ a Abb. 8 aus Walter E. Dandy's (1886–1946) Fallbericht von 1929 zeigt sehr schön die Vorstellung, wie das sequestrierte Knorpelgewebe in den Spinalkanal prolapiert und schlussendlich zu den neurologischen Beschwerden führt. Dandy hat in seinem Fallbericht die neurologischen Beschwerden durch die Kompression von Bandscheibengewebe dargestellt. b Intraoperativer Befund in a.-p.-Sicht, wobei sich das Bandscheibengewebe in den Spinalkanal vorwölbt; eine chirurgische Inzision der anterioren Dura ist bereits erfolgt [18]. c und d Photographie des aus dem Spinalkanal entfernten Bandscheibengewebes eines der von Dandy behandelten Patienten (Patient Nr. 1). d Die histologische Aufarbeitung zeigte normales Bandscheibengewebe und ergab keinen Hinweis auf einen Tumor oder entzündliches Geschehen [18]. (Aus [18], mit freundl. Genehmigung der American Medical Association)

5 eine Laminektomie mit anschließender Durotomie durch. Das prolapierte Bandscheibenmaterial wurde somit transdural entfernt. Die histologische Aufarbeitung des Resektats wurde ähnlich den Pathologiebefunden im Fallbericht von Oppenheim und Krause als „extradurales Myxochondrom“ angegeben und somit wurde auch hier der wahre pathophysiologische Grund des diskogenen Nervenkompressionssyndroms verkannt (■ Abb. 3b). Die Patientin hatte sich postoperativ bis auf minimale residuelle Beschwerden mit Fühlstörungen gut erholt.

Auch der amerikanische Neurochirurg Walter E. Dandy (1886–1946 [18]) berichtete 1929 im *Archives of Surgery* unter dem Titel „Loose cartilage from intervertebral disk simulating tumor of the spine cord“ von einem 47-jährigen und 61-jährigen Patienten mit Kaudasyndromen, bei welchen er pro-

labiertes Bandscheibengewebe als Ursache für deren Beschwerden postulierte. Er formulierte dies wie folgt: „...In each cases a large fragment of the intervertebral cartilage had become detached and was acting as a sequestrum. The reaction of the ‚foreign body‘ caused swelling which bulged dorsally into the spinal canal. Pressure on the roots of the cauda equina then produced paralysis of all functions below the nerve levels of the tumor and through edema some function was lost for distance above the tumor...“ [18]. Zudem wurden zu seinen detailreichen klinischen und pathophysiologischen Ausführungen auch zahlreiche Illustrationen beigelegt, die das sequestrierte Bandscheibenmaterial sowohl makropathologisch wie auch histopathologisch darstellen und ebenso ein Konzeptbild mit der diskogenen Protrusion (■ Abb. 4a, b). Leider fand dieser Fallbericht zu seiner Zeit nicht

die Beachtung, die er klar verdient hätte, da Dandy mit seiner Titelwahl „simulating tumor“, die Leser zu einer falschen Inhaltsannahme verleitete. Dandy ging bei diesen Fällen wie folgt chirurgisch vor: Er führte jeweils komplette Laminektomien über 2 Wirbelsegmente durch, eröffnete dann die dorsale Dura, explorierte jeweils den intraduralen Operationssitus und eröffnet danach den anterioren Duraanteil, um somit transdural den Bandscheiben-sequester zu entfernen (■ Abb. 4c, d). Die Patienten hatten sich postoperativ sehr gut erholt.

Nicht unerwähnt bleiben soll hier die Arbeit des amerikanischen Neurochirurgen Alfred Washington Adson (1887–1951), der 1922 eine Fallserie über 112 spinale Tumoren verfasste, die er über einen Zeitraum von gut 12 Jahren an der Mayo-Klinik operiert hatte [19]. Zwei der 9 von ihm beschriebenen Gruppen von

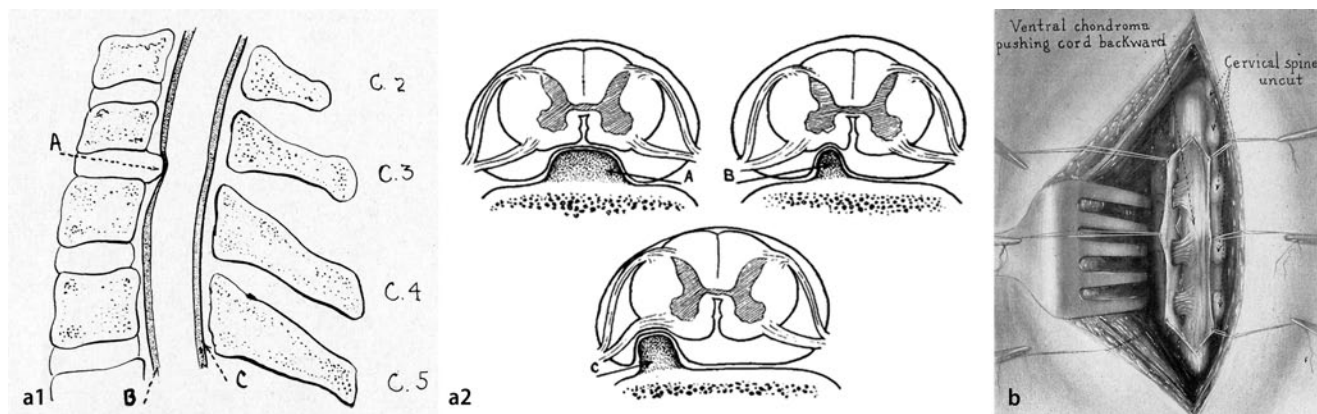


Abb. 5 ▲ **a** Die schematischen Abbildungen, Nr. 1 und 2 aus der Publikation des amerikanischen Neurochirurgen Byron Polk Stookey (1887–1966), zeigen sehr schön das Prinzip des Bandscheibenprolapses in sagittaler (**a1**) und axialer (**a2**) Richtung [20]. Insbesondere **a1** gibt die klassischen Lokalisationen des Bandscheibenprolapses in medianer, paramedianer und lateraler Lage wieder. Stookey folgt aber der damals vorherrschenden Meinung, dass es sich hierbei um eine besondere Form von kartilaginärem Tumor handeln muss [20]. **b** Operationssitus nach erfolgter Hemilaminektomie. Stookey empfiehlt diese Technik zur Entfernung der zervikal gelegenen „Chondrome“ [20]. Die Hemilaminektomie sollte im Verlauf ein wichtiger chirurgischer Zugang für die Bandscheibenchirurgie werden [20]. (Aus [20], mit freundl. Genehmigung der American Medical Association)

Patienten sind im Zusammenhang mit dem Bandscheibenvorfall interessant; nämlich diejenigen, bei denen kein intraoperativer Befund vorlag und die dennoch radikuläre Beschwerden hatten sowie diejenigen, die extradurale Tumoren hatten, die mehrheitlich der Gruppe der Chondrome zugeschrieben wurden. Zumindest nach den Abbildungen ist davon auszugehen, dass hier einige „verkannte“ Bandscheibenvorfälle vorlagen.

» Stookey führte die Hemilaminektomie in die Bandscheibenchirurgie ein

Der amerikanische Neurochirurg Byron Polk Stookey (1887–1966 [20]) berichtete 1928 in einer Fallserie von 7 spinalen, zervikal gelegenen Tumoren, die zu einem Kompressionssyndrom geführt haben. Er beschrieb diese „Tumore“ wie folgt: „Within the past few years an unusual group of tumors of the spinal cord, not heretofore recognized as a definite clinical entity, has come under observation. They are discrete, sharply circumscribed, ventral extradural chondromas lying in the midline or slightly to one side of the midline, usually in the region of the fourth, fifth or sixth vertebrae“ (■ Abb. 5a). Er empfahl zur chirurgischen Behandlung in diesen Fällen, eine

Hemilaminektomie vorzunehmen und die „Tumore“ via transduralem Zugang zu entfernen (■ Abb. 5b). Insbesondere dass er die Hemilaminektomie als Zugang gewählt hatte, ist besonders zu erwähnen, da dies eine kleine Erneuerung in der Bandscheibenchirurgie bedeutete. Die Idee der Hemilaminektomie kam von seinem neurochirurgischen Kollege Alfred Simpson Taylor (1869–1942), der ebenfalls in New York tätig war. Dieser hatte 1910 in einer Kadaverstudie die technische Durchführbarkeit der Hemilaminektomie beschrieben und für zervikale und lumbale Eingriffe empfohlen. Taylor war aber damit nicht der erste, sondern der italienische Chirurg L. Bonomo [21] berichtete bereits 1902 von einer erfolgreichen Hemilaminektomie. Auch Mixter u. Barr [1] haben später in ihrer bahnbrechenden Studie, die Hemilaminektomie als einen sinnvollen Zugang beschrieben.

Aber weder Adson noch Stookey äußerten sich klar, dass hier wohl prolabierte Bandscheibengewebe vorliegen könnten, sondern waren durchaus konform mit dem Kenntnisstand ihrer Zeit.

Die Geburtsstunde der Bandscheibenchirurgie

Im Jahre 1934 erschien im *New England Journal of Medicine* der Bericht über

eine Fallserie von 25 Patienten, welche ein spinales Kompressionssyndrom hatten, mit dem Titel „Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal“ (■ Abb. 6; [1]). Mit dieser Fallserie wurde eine neue Ära in der Wirbelsäulenchirurgie eingeleitet. Es gelang den beiden Autoren, dem amerikanischen Neurochirurgen William Jason Mixter (1880–1958) und seinem jüngeren orthopädischen Kollegen Joseph Seaton Barr (1901–1963), anhand dieser Studie das Konzept des Bandscheibenprolapses als Ursache für spinale Kompressionssyndrome zu etablieren. Die Autoren wollten die Frage klären, welche Pathologie für die radikulären Ausfallsyndrome ursächlich ist. Von den insgesamt 25 Patienten hatten lediglich 6 einen spinalen Tumor, die übrigen wiesen prolabierte Bandscheibengewebe auf. In dieser Subgruppe traten nicht nur lumbale, sondern auch 4 zervikale und ein thorakaler Bandscheibenvorfälle auf.

» Mixter und Barr leiteten eine neue Ära in der Wirbelsäulenchirurgie ein

Zudem propagierten Mixter und Barr auch die chirurgische Behandlung als Therapie der Wahl für diese Beschwerden, wie ihre Schlussfolgerung zeigt: „That

NEW ENGLAND SURGICAL SOCIETY

RUPTURE OF THE INTERVERTEBRAL DISC WITH INVOLVEMENT OF THE SPINAL CANAL*

BY WILLIAM JASON MIXTER, M.D.,† AND JOSEPH S. BARR, M.D.†

DURING the last few years there has been a good deal written and a large amount of clinical work done stimulated by Schmorl's¹ in-
In 1911 Goldthwait² reported a case of sciatica and paraplegia which he attributed to a posterior displacement of the intervertebral disc

Abb. 6 ▲ Titelblatt der Arbeit der beiden Amerikaner William Jason Mixter (1880–1958) und Joseph S. Barr (1901–1933), der wohl wichtigsten Publikation zur Behandlung des Bandscheibenvorfalles, welche 1934 im *New England Journal of Medicine* erschienen ist [1]. Mixter und Barr erkannten damit als Erste den Zusammenhang zwischen einem Bandscheibenvorfall und dem spinalen neurogenen Ausfallsyndrom. Zudem propagierten sie chirurgische Maßnahmen als die Behandlung der Wahl

the treatment of this disease is surgical and that the results obtained are very satisfactory if compression has not to been too prolonged“ [1]. Das chirurgische *Procedere* bestand im Gegensatz zu den vorangegangenen Fallberichten aus einer Hemilaminektomie jeweils an der läsionsverdächtigen Seite, um nach Ansicht von Mixter und Barr die Stabilität der Wirbelsäule nicht zu beeinträchtigen. Das prolabierte Bandscheibenmaterial wurde mittels Kürettage je nach Lage des Prolapses entweder transdural oder extradural entfernt. Die operativen Resultate konnten sich sehen lassen, da sich in den meisten Fällen eine klinische Besserung einstellte. Dieses neue Konzept fand rasch breiten Anklang, sodass ein wahrer „Bandscheibenenthusiasmus“ ausbrach.

Bereits 1938 hatte der amerikanische Neurochirurg J. Grafton Love (1903–1962 [22]) zusammen mit seinem neurologischen Kollegen Maurice N. Walsh eine Fallserie von 100 Patienten mit diskogenen Nervenkompressionsyndromen veröffentlicht, davon hatten 88 % einen lumbalen Bandscheibenvorfall. Alle diese Patienten wurden einer operativen Behandlung mittels trans- oder extraduraler Bandscheibensequesterentfernung und Laminektomie unterzogen. Die Autoren berichteten von guten Resultaten ohne Rezidive. Zudem beschrieb Grafton Love 1939 den ersten intralaminären Zugang mit Fenestrierung des Lig. flavum [23], was bald zum Standardverfahren der offenen Diskektomie wurde. Aufgrund der noch wenig entwickelten präoperativen radiologischen Diagnosemöglichkeiten und schlechter Indikationsstellung war dieser interlaminäre Zugang initial mit einer

Fehlreilage von bis zu 10 % behaftet gewesen.

Es ist das Verdienst des englischen Neurochirurgen John E.A. O'Connell, mit seiner Übersichtsarbeit im britischen *Journal of Joint and Bone Surgery* 1951 mit über 500 Patienten mit lumbaler Diskushernie, welche er am St. Bartholomew's Hospital von 1938–48 operiert hatte, den operativen Standard für die sogenannte „offene Diskektomie“ gesetzt zu haben, welcher grundsätzlich über Jahrzehnte beibehalten wurde (■ Abb. 7a). Dabei empfahl er, wenn möglich, eine Hemilaminotomie an der betroffenen Seite vorzunehmen; zudem sollte so viel als möglich vom prolabierten Bandscheibengewebe entfernt werden (■ Abb. 7b; [24]).

» O'Connell kreierte als operativen Standard die sogenannte „offene Diskektomie“

In den 40er und 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde in der chirurgischen Literatur auch über eine gleichzeitige Versteifung der betroffenen Wirbelsäulensegmente oder einer additiven Rhizotomie nachgedacht. Beide Verfahren sollten beim lumbalen Bandscheibenvorfall künftig keine Rolle mehr spielen.

Mikrochirurgische Diskektomie

Die Bandscheibenoperationen wurden immer populärer und dementsprechend kam es zu weiteren Optimierungsversuchen bzgl. des Operationsvorgangs. Insbesondere suchte man nach Möglich-

keiten, die postoperativen Beschwerden und etwaige Komplikationen wie postoperative Rückenschmerzen, Wirbelsäulensegmentinstabilität oder Rezidive zu vermindern. Als wesentliche Ursachen hierfür wurden die Art des chirurgischen Zugangs und der damit verbundene kollaterale Gewebeschaden angesehen.

Mit der Einführung des Operationsmikroskops in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts und der damit einhergehenden Entwicklung der Mikrochirurgie und der daraus resultierenden feineren Operationsinstrumente wurde der Weg zur minimal-invasiven und gewebeschonenderen Bandscheibenchirurgie, der sogenannten mikrochirurgischen Diskektomie, geebnet. Hierfür gebührt besonders das Verdienst dem Neurochirurgen Mahmut Gazi Yasargil (geb. 1925 [25]), welcher bereits 1967 mit dem Operationsmikroskop lumbale Eingriffe vornahm. Er beschrieb anhand einer Fallserie von 105 Patienten, an denen er von 1967–1977 einen Bandscheibeneingriff vornahm, die noch heute gängige Mikrodiskektomie. Dabei machte er lediglich einen Hautschnitt von 2,5–3 cm und vermied wenn möglich eine Laminotomie. Den Vorteil des Operationsmikroskops beschrieb er wie folgt: „...Identification oft he dural sac, nerve root, radicular artery and epidural veins is facilitated by use of the operating microscope. Epidural veins may be controlled with bipolar coagulation and are discernable from radicular arteries...“ [25].

Neben Yasargil ist auch der deutsche Neurochirurg Wolfhard Caspar [26] als ein wichtiger früher Vertreter der mikrochirurgischen Diskektomie zu nennen. Er sah in der Verwendung des Operationsmikroskops den Vorteil, dass durch bessere Lichtverhältnisse und die Möglichkeit der Vergrößerung eine bessere Darstellung der anatomischen Verhältnisse und Differenzierung der einzelnen Strukturen möglich sind und so eine sanftere Eingriff mit geringerem Gewebeschaden vorgenommen werden kann.

Der amerikanische Chirurgen Robert Williams [27] wollte auf eine radikale Diskektomie mit Laminektomie und ausgiebiger Nukleotomie verzichten

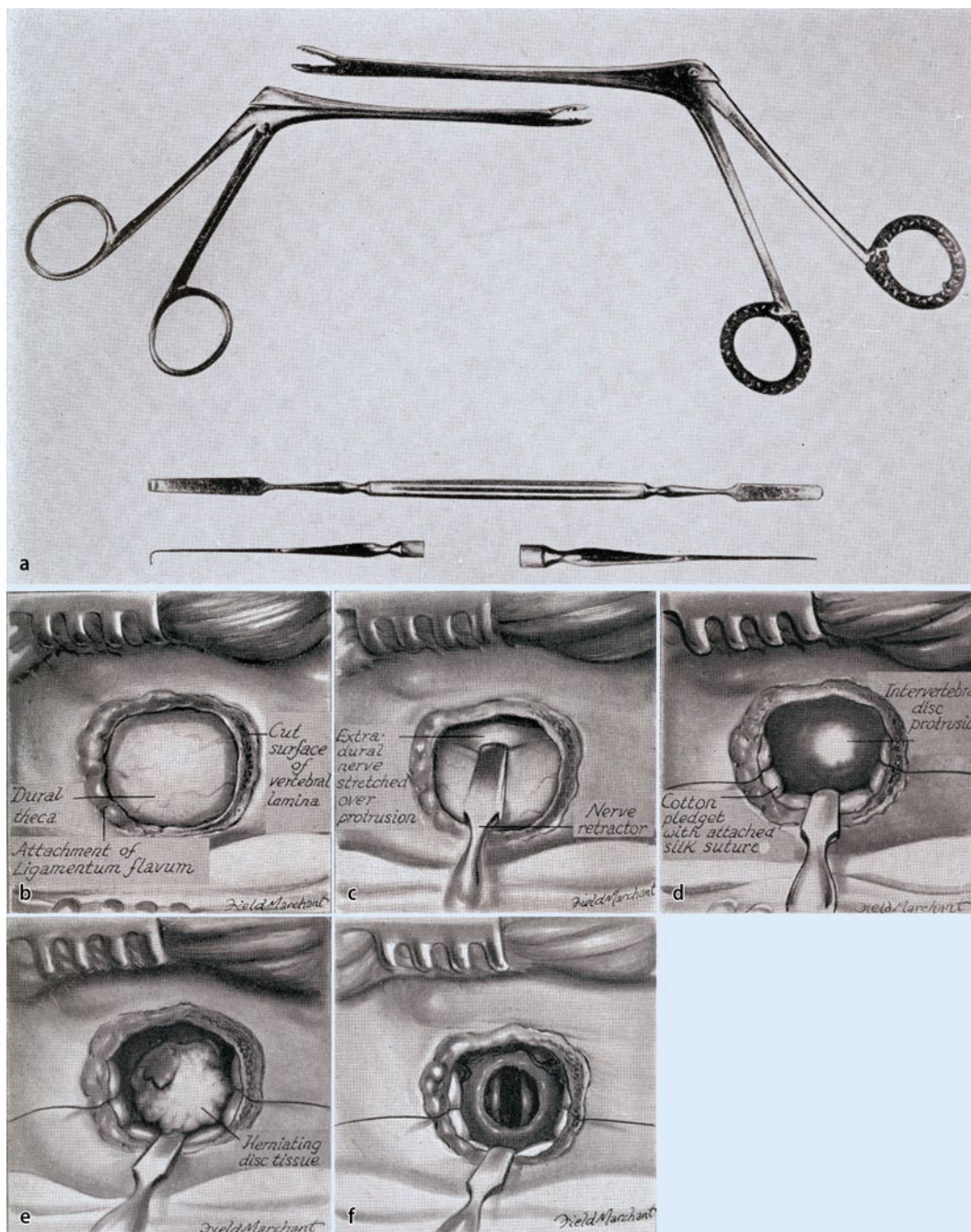


Abb. 7 **a** Auf dieser Photographie sind die zur Bandscheibenoperation notwendigen chirurgischen Instrumente für die Standarddiskektomie zu sehen, wie sie in der Publikation des englischen Neurochirurgen John E.A. O'Connell 1951 abgebildet wurden [24]. O'Connell beschrieb im Detail das chirurgische Procedere der „Standarddiskektomie“. **b–f** Die Abb. 15–19 aus der Originalarbeit von O'Connell zeigen die einzelnen chirurgischen Schritte für die offene „Standarddiskektomie“ nach erfolgter Laminotomie, dabei werden Anteile des Lig. flavum reseziert (**b**), danach die Dura dargestellt (**c**) und die extrathekal gelegenen Nervenwurzel zur Seite geschoben (**d**); danach erfolgt die Darstellung des Lig. longitudinale posterior (**e**) und dessen Eröffnung mit Protrusion des Bandscheibenvorfalles (**f**). (Aus [24], mit freundl. Genehmigung der British Editorial Society of Bone & Joint Surgery.)

und nur das prolabierte Bandscheibenmaterial entfernen. Anhand einer Serie von 530 Patienten mit einer Erfolgsrate von 91 % versuchte er, diese Methode zu etablieren.

Die Bandscheibenchirurgie gewann durch die Einführung der Computertomographie (CT) 1971 und der Magnetresonanztomographie (MRT) 1979 zusätzlich Aufschwung, sodass Patienten zu einem immer früheren Krankheitsverlauf eine chirurgische Therapie angeboten und

auch die Lokalisierung der Beschwerden immer genauer wurde.

Die chirurgische Bandscheibentherapie beim lumboradikulären Ausfallsyndrom war nun Therapie der Wahl.

Im Jahr 1983 erschien die erste prospektive, randomisierte Studie der Bandscheibenchirurgie mit 280 Patienten aus Norwegen, welche den klinischen Verlauf von operierten zu nichtoperierten

Patienten über 10 Jahre hinweg verglich [28]. Es zeigte sich dabei, dass im Frühverlauf, die operierten Patienten signifikant von einem Eingriff profitierten, aber im Langzeitverlauf sich beide Kollektive bzgl. der Beschwerden angleichen. Damit wurde die Debatte um den Nutzen einer chirurgischen Intervention bei Bandscheibenvorfällen entfacht. Zudem wurde diese noch durch die immer häufiger angewendeten bildgebenden Verfahren, insbesondere die MRT, verkompliziert, da sich nun auch gehäuft bei asympto-

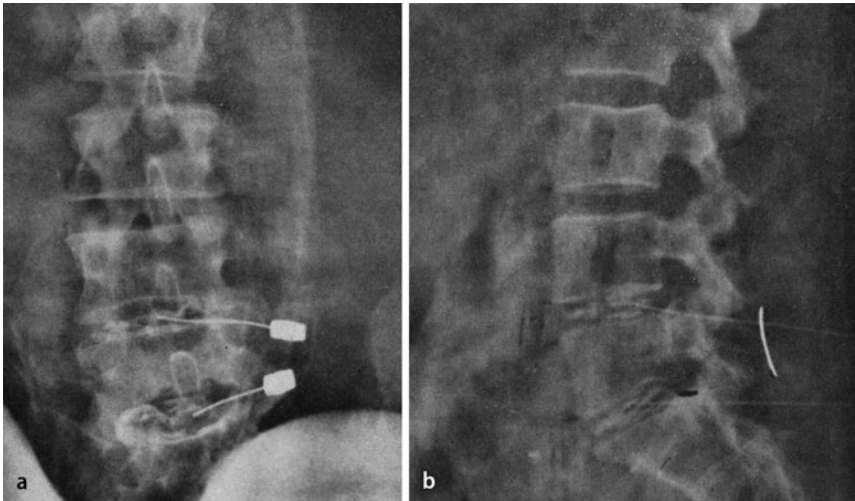


Abb. 8 ▲ Die 2 Diskogramme in anteroposteriorer (a) und lateraler (b) Ansicht des Falls Nr. 7 aus der Originalarbeit des amerikanischen Orthopäden Lyman Smith (1912–1991) zur Chemonukleolyse. Die dorsale Verschmächtigung des Bandscheibenfachs der Wirbelsäulensegmente L4 und 5 weist auf eine Bandscheibenprotrusion hin. Smith hat dann sowohl in das Wirbelsäulensegment L3/4 als auch L4/5 Chymopapain-Lösung instilliert [31]. Lyman Smith hat mit dieser Arbeit das Zeitalter des minimal-invasiven Procedere beim Bandscheibenvorfall eingeläutet [31]. (Aus [31], mit freundl. Genehmigung der American Medical Association)

matischen Personen Bandscheibenvorfälle in bis zu 20–30 % der Fälle finden ließen. Hierfür sind die beiden MRT-Studien Anfang der 90er Jahre von Boden et al. [29] im *Journal of Bone and Joint Surgery* und von Maureen S. Jensen et al. [30] im *New England Journal of Medicine* 1994 zu nennen.

Bis heute aber bleibt die Mikrodiskotomie der Goldstandard zumindest für die interventionellen Therapieansätze des Bandscheibenvorfalles, da eine Erfolgsrate bis zu 90 % erzielt werden kann.

Papayasaft – das erste minimal-invasive Verfahren

Andererseits wurde auch nach alternativen Möglichkeiten zur Behandlung des Bandscheibenvorfalles gesucht. Eine dieser alternativen Behandlungsansätze ist die Chemonukleolyse mithilfe einer Chymopapain-Lösung. Im Jahr 1964 führte der amerikanische Orthopäde Lyman Smith (1912–1991 [31]) diese Methode klinisch mit der Publikation einer Fallserie von 10 Patienten mit „operationswürdigen“ Ischiasbeschwerden ein (■ Abb. 8). Das proteolytisch wirkende Enzym Chymopapain, das ursprünglich aus der Milch der karibischen Papaya 1941 isoliert wurde [32], sollte gemäß

den präklinischen Versuchen an Kaninchen mit seiner Affinität zu Mukopolysacchariden v. a. den Nucleus pulposus auflösen [33]. Eine Chymopapain-Lösung wurde dabei unter Durchleuchtung via posterolateralem Zugang nach Erlacher mit einer 9–10 cm langen und 20 oder 21 G dicken Spinalkanüle direkt in die Bandscheibe appliziert. Technisch basierte diese Methode auf der bereits 1948 durch den Schweden Kurt Lindblom beschriebenen Diskographie, bei welcher röntgendichtes Material direkt in eine Bandscheibe eingebracht wurde [34].

Dieses Verfahren genoss v. a. in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts große Beliebtheit. Die offizielle Zulassung der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) erhielt aber die Chemonukleolyse erst nach 1983 aufgrund einer doppelblinden placebo-kontrollierten Studie von Manucher J. Javid et al. [35], die eine signifikante Besserung der mit Chymopapain behandelten Patienten gegenüber der Kontrollgruppe zeigte. Aufgrund nicht unerheblicher Komplikationen wie anaphylaktische Reaktionen in 1 % der Fälle sowie der Neurotoxizität mit dem klinischen Bild der transversen Myelitis und der schlechteren Erfolgsrate gegenüber der Mikrodiskotomie verlor die

Chemonukleolyse an Bedeutung und findet heutzutage kaum mehr Verwendung.

Perkutane Nukleotomie – eine mechanische Alternative zur Chemonukleolyse

Ein weiteres alternatives Verfahren stellte die perkutane Nukleotomie dar. Ziel der perkutanen Nukleotomie ist es, durch Extraktion von Bandscheibengewebe eine Verringerung des Bandscheibenbinnendrucks zu erzeugen. Damit sollte die Kompression durch das prolabierte Bandscheibenmaterial auf das Nervengewebe verringert werden und so sich eine Linderung der radikulären Beschwerden einstellen. Diese Idee basiert aus einer klinischen Studien von Hult [36] aus dem Jahre 1950, bei welcher Hult bei Patienten mit einem lumboradikulären Ausfallsyndrom über einen offenen retroperitonealen Zugang eine anteriore Fenestrierung der Bandscheibe vornahm und Bandscheibengewebe extrahierte, um so den Bandscheibendruck zu mindern. Bei immerhin 77 % der Patienten konnte er damit eine Beschwerdeverbesserung erzielen.

Eine Variante des perkutanen Eingriffs an der Wirbelsäule und die Wahl eines lateralen Zugangs gehen auf Craig [37] zurück, der bereits in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts Wirbelkörperbiopsien unter einem Bildwandler vornahm.

Die perkutane Nukleotomie selbst wurde durch den Japaner Sadahisa Hijikata [38] 1975 erstmalig beschrieben mit dem Ziel, die Nachteile einer konventionellen Operation durch den minimal-invasiven Zugang zu verringern. Dabei wird ein Arbeitsinstrument, welches in der Originalarbeit im Wesentlichen aus einer endoskopisch-chirurgischen Faszange bestand, über einen lateralen, foraminalen Zugang unter Durchleuchtung über eine Kanüle zur Bandscheibe gebracht. Mithilfe dieses Arbeitsinstruments wird v. a. Gewebematerial vom Nucleus pulposus extrahiert. Das eigentlich prolabierte Bandscheibengewebe kann dabei aber nicht gezielt entfernt werden, was ein bedeutender methodischer Nachteil ist. Hijikata erreichte durch diesen Eingriff eine Beschwerdeverbesserung bei 64 % der

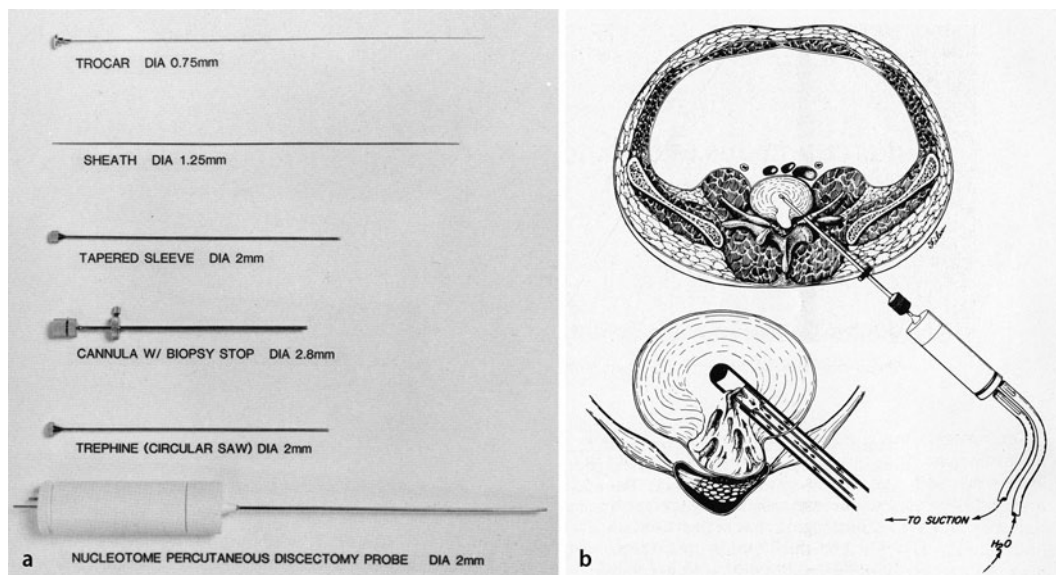


Abb. 9 ▲ **a** Stellvertretend für die perkutane Diskektomie sind hier die 6 Instrumente, die für die perkutane automatische Diskektomie nach dem amerikanischen Radiologen Gary Onik benötigt werden, zu sehen. Sie bestehen aus Führungsdraht, Trokar, einer 2,8 mm durchmessenden Kanüle und dem eigentlichen Nukleotom [42]. **b** Darstellung des dorsolateralen Zugangs mit dem Nukleotom in Betrieb [42]. Das Nukleotom entfernt mit einem sondennahen Shaver Nucleos-pulposus-Material und entfernt dies über ein sondenfernes Spühl-Saug-System [42]. (Aus [42], mit freundl. Genehmigung der American Association of Neurological Surgeons)

Patienten. Eine erste Fallserie von Hijikata mit 80 Patienten folgte bereits 1978.

Anfang der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts begann sich der amerikanische Orthopäde Parviz Kambin (geb. 1931 [39]) unabhängig von Hijikata mit der Entwicklung der perkutanen Nukleotomie zu beschäftigen. Mithilfe einer Craig-Kanüle, welche ursprünglich für Wirbelkörperbiopsien gedacht war, wurden unter Durchleuchtung über einen dorso-lateralen Zugang Arbeitsinstrumente eingeführt, mit denen eine Volumenreduktion des Diskusmaterials vorgenommen werden konnte. Die ersten perkutanen Nukleotomien wurden von Kambin teilweise auch im kombinierten Verfahren mit zusätzlicher Laminektomie durchgeführt [40]. Ebenfalls publizierte bereits 1983 William A. Friedmann [41] eine Fallserie mit 9 Patienten, die klinisch eine Radikulopathie aufwiesen, bei welcher er die Möglichkeit der perkutanen Diskektomie auslotete. Dabei benützte er einen sehr lateral gelegenen Zugang über die Crista iliaca und setzte einen Hautschnitt von nur 2,5 cm Länge. Insgesamt dauerte der Eingriff meist nicht länger als 15 min. Friedmann berichtete von einem insgesamt guten Ergebnis, da sich 8 der Patienten gut erholt hatten.

Auch diese Technik erfuhr seit ihrer Einführung zahlreiche Modifikationen. So wurde 1985 durch den Radiologen Gary Onik die sogenannte perkutane automatisierte Nukleotomie („automated percutaneous lumbar discectomy“, APLD) eingeführt [42, 43]. Nach Einbringen eines Führungsdrahts mit anschließendem Aufbau von Kanülen wird unter Durchleuchtung eine Sonde von 2 mm Durchmesser und 20,3 cm Länge, das sogenannte Nukleotom, in den Bandscheibenraum gebracht, das im sondennahen Teil befindliche Bandscheibenmaterial durch einen Arthroskopieshaver zerkleinert und dieses Material mittels eines integrierten Spühl-Saug-Systems entfernt (Abb. 9a, b).

» Gary Onik führte die sogenannte perkutane automatisierte Nukleotomie ein

Eine weitere technische Modifikation bei prinzipiell gleichem Zugangsverfahren stellte die Anwendung von Laser zur Dekompression von Bandscheibenmaterial durch Vaporisation dar. Erste Versuche der Vaporisation von Bandscheiben-

gewebe mittels Laser, in diesem Fall CO₂-Laser, wurden bereits 1984 an Tierexperimenten beschrieben [44]. Die perkutane Nukleotomie mithilfe von Laser wurde 1986 durch Peter Ascher [46] und Daniel Choy et al. [45] erstmalig beschrieben. Dabei wurde ein Neodym-YAG-1,6-µm-Laser mit einer 400-µm-Lasersonde perkutan via 18-G-Nadel über einen posterolateralen Zugang unter Durchleuchtung in das jeweilige Bandscheibenfach gebracht. Immerhin hatten 75 % der so behandelten Patienten eine klinische Besserung erfahren, aber bei 5 wurde im Verlauf trotzdem ein operativer Eingriff notwendig.

Aber auch die perkutane Nukleotomie konnte die mikrochirurgische Diskektomie aufgrund zahlreicher Komplikationsmöglichkeiten, wie Verletzung von retroperitonealen oder neuronalen Strukturen, einer hohen Infekt- sowie einer vergleichsweise hohen Rezidivrate und limitierten Einsatzmöglichkeiten bis dato nicht verdrängen.

Mikroendoskopische Diskektomie – minimal-invasives Arbeiten unter Sicht

Obwohl die endoskopischen Verfahren in der Chirurgie schon länger bekannt

Tab. 1 Behandlung des Bandscheibenvorfalls im Zeitstrahl

Zeit	Chirurgie und apparative Diagnostik
5. Jhdt. v. Chr.	Einführung der Streckbank (Scamnum Hippocratis)
7. Jhdt. n. Chr.	Paulus von Aegina beschreibt zum ersten Mal eine Laminektomie
1829	Erfolgreiche Laminektomie durch Gilpin Smith
1902	Bonomo berichtet von einer Hemilaminektomie
1909	Oppenheim und Krause führen die erste Bandscheibenoperation durch
1910	Taylor beschreibt die Hemilaminektomie im Leichenexperiment
1921	Sicard und Forestier beschreiben die Myelographie
1934	Mixter und Barr verhelfen zum Durchbruch des diskogenen Kompressionssyndroms als Krankheit
1939	Grafton Love beschreibt die Hemilaminotomie
1939	Pool benutzt ein Myeloskop für die spinale Diagnostik
1948	Lindblom beschreibt die Diskographie
1964	Smith führt die Chemonukleolyse ein
1967	Yasargil benutzt zum ersten Mal ein Operationsmikroskop für lumbale Eingriffe
1972	Erste Computertomographie-Einsätze
1975	Hijikata führt die perkutane Nukleotomie ein
1977	Die Mikrodiskektomie wird populär
1979	Erste MRT-Einsätze
1983	Weber publiziert die erste randomisierte Studie zur Bandscheibenoperation
1985	Onik führt die perkutane automatische Diskektomie ein
1986	Ascher berichtet von perkutaner Laseranwendung
1997	Foley begründet die mikroendoskopische Diskektomie

waren und die erste Entwicklung eines starren Endoskops bereits 1807 auf den Deutschen Arzt Philipp Bozzini (1773–1809 [47]) zurückgeht, ist die Verwendung des Endoskops für Bandscheibenoperationen eine technische Neuentwicklung in der Geschichte der Bandscheibenchirurgie.

Mit diesem Verfahren wurde das Prinzip des minimal-invasiven Zugangs und das „Unter-Sicht-Arbeiten“ vereinigt. Anstelle eines Operationsmikroskops wird ein Arthroskop verwendet.

Die spinale Endoskopie wurde zuerst nur für diagnostische Zwecke eingesetzt; so zeigte bereits 1931 der amerikanische Orthopäde Michael Samuel Burman (1901–1975 [48]) an Leichenexperimenten die Möglichkeit der Endoskopie zur Begutachtung des spinalen Raums auf. Sieben Jahre später berichtete der amerikanische Neurochirurg J. Lawrence Pool (1906–1997 [49]) vom Einsatz eines Endoskops, dem sogenannten Myeloskop, zur visuellen Diagnostik des Spinalkanals an Patienten. Während der 60er und 70er Jahre des letzten Jahrhunderts berichtete v. a. der Japaner Ooi [50] über den Einsatz eines Endoskops, das aber v. a. zur prächirurgischen intra-

spinalen Abklärung eingesetzt wurde. Die Nutzung der Endoskopie zu spinalchirurgischen Zwecken ließ bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts auf sich warten.

Im Jahr 1986 publizierten die Orthopäden Yoshinori Suezawa (1940–1994) und Adam Schreiber [51] eine Fallserie von 40 Patienten, bei welchen sie zwischen den Jahren 1975–1984 neben der herkömmlichen perkutanen Nukleotomie in einigen Fällen zusätzlich ein Arthroskop, welches Diskoskop genannt wurde, verwendeten [51]. Dieses Verfahren bezeichneten die Autoren als transdiskoskope perkutane Nukleotomie. Unter lokaler Anästhesie wurde über einen dorsolateralen Zugang mithilfe von 3–5 mm dicken Kanülen mit speziellen Arbeitsinstrumenten wie Rongeurs der Nucleus pulposus entfernt. Zusätzlich wurde in gleicher Weise das sogenannte Diskoskop entweder von der Gegenseite als auch von der gleichen Seite ins Bandscheibenfach gebracht, sodass die Nukleotomie unter Sicht erfolgen konnte.

Erst 1997 wurde die mikroendoskopische Diskektomie (MED) in ihrer heutigen Form mit einem tubulären Re-

traktor vom Neurochirurgen Kevin T. Foley und seinem Kollegen Smith [52] etabliert. Mit dem tubulären Retraktor sollten einerseits die Sicht auf den Operationssitus verbessert und andererseits das Prinzip des minimal-invasiven Ansatzes mit möglichst Schonung des Zugangsgewebes gewahrt werden.

Die mikroendoskopische Diskektomie stellt bis anhin das einzige minimal-invasive Verfahren dar, das mit einer Erfolgsrate von bis zu 84 % annähernd an das Goldstandardverfahren der Mikrodiskektomie mit bis zu 90 % herankommt.

Bandscheibenvorfallbehandlung im Lauf der Zeit

Hierzu s. [Tab. 1](#).

Fazit für die Praxis

- In der Antike wurden Rückenleiden jedweder Art mittels Streckbank (Scamnum Hippocratis) behandelt. Ansonsten wurden von den antiken Ärzten bei Ischias gemäß dem humoralpathologischen Krankheitskonzept zu körperreinigenden Maßnahmen und Lebenshygiene geraten.
- In der Spätantike wurde vom byzantinischen Arzt Paulus von Aegina (625–690) erstmal von einer Laminektomie berichtet. Ebenso wurden Kauterisationstechniken angewendet, wie dies aus dem Mittelalter vom türkischen Arzt Serefeddin Sabuncuoglu (1385–1470?) berichtet wurde.
- Im Jahr 1909 berichteten Heinrich O. Oppenheim (1858–1919) und Fedor Krause (1857–1937) erstmals von einer Bandscheibenoperation bei einem Kaudasyndrom; sie verkannten aber die dahinter liegende Pathologie als kartilaginärer Tumor.
- In den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts folgten mehrere Berichte über Operationen bei einem spinalen Kompressionssyndromen, so von Veraguth, Adson, Dandy und Stookey.
- Erst mit der bahnbrechenden Publikation im *New England Journal of Medicine* von William Jason Mixter

(1880–1958) und Joseph Seaton Barr (1901–1933) aus dem Jahr 1934 wurde der Zusammenhang zwischen einem Bandscheibenvorfall und einem radikulären Ausfallsyndrom erkannt. Zudem wurde die Diskektomie als Therapie der Wahl propagiert.

- Mit der Einführung des Operationsmikroskops wurde Anfang der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts die Mikrodiskektomie durch Mahmut Gazi Yasargil, Wolfhard Casper und Robert Williams eingeführt.
- Bestrebt um alternative Behandlungsmethoden führte 1964 Lyman Smith (1912–1991) das minimal-invasive Verfahren der Chemonukleolyse ein.
- Im Jahr 1975 führte der Japaner Hijikata das Prinzip der perkutanen Nukleotomie ein. Nahezu gleichzeitig beschäftigte sich unabhängig davon Kambin mit der minimal-invasiven Spinalchirurgie. Seither kam es zu zahlreichen Modifikationen dieser Technik.

Korrespondenzadresse

Dr. P. Gruber

Klinik für Neurologie,
Universitätsspital Zürich
Frauenklinikstrasse 26, 8091 Zürich
philipp.gruber@usz.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. P. Gruber und T. Böni geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

This article is part of a supplement sponsored by SIGNUS Medizintechnik GmbH.

Literatur

1. Mixer WJ, Barr JS (1934) Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med* 211:210–215
2. Lister J (1866) On the antiseptic principle in surgery. *Lancet* 1:991
3. Roentgen WC (1895) Ueber eine neue Art von Strahlen. *Sitzber Physik Med Ges Würzburg* 1895:24–132
4. Hippokrates (1895–1900) De articulationes, Kap. XLI–XLIII. In: Fuchs R (ed) Hippokrates, sämtliche Werke, Bd 3. Lüneburg, München
5. Sari H, Misirlioglu TO, Akarimrak U, Hussain S, Kecebas HD (2014) The historical development and proof of lumbar traction used in physical therapy. *J Pharmacy Pharmacol* 2:87–94
6. Galen von Pergamon (1830) *Definitiones medicae, Claudii Galeni opera omnia*. In: Kühn DCG (ed) *Medicorum Graecorum opera quae exstant*, vol XIX. Officina Libraria Car. Cnoblochii, Leipzig
7. Paulus von Ägina (1914) Paulus von Aegina des besten Arztes sieben Bücher. Uebersetzt und mit Erläuterungen versehen von I Berendes; Verlagsbuchhandlung vormalis. EJ Brill, Leiden
8. Aygen G, Karasu A, Ofluoglu AE, Pait G, Toplamaoglu H (2009) The first Anatolian contribution to treatment of sciatica by Serefeddin Sabuncuoglu in the 15th century. *Surg Neurol* 71(1):130–133
9. Malgaigne JF (1840) *Oeuvres complètes d'Ambroise Paré*. J-B Baillière, Paris
10. Keller T, Holland MC (1997) Some notable American spine surgeons of the 19th century. *Spine (Phila Pa 1976)* 22:1413–1417
11. Walker EA (1951) *A history of neurological surgery*. Williams & Wilkins Company, Baltimore
12. Hammond WA (1871) *A treatise on diseases of the nervous system*. D Appelton and Company, New York
13. Oppenheim H, Krause F (1909) Ueber Einklemmung bzw. Strangulation der Cauda equina. *Dtsch Med Wochenschr* 35:697–700
14. Goldthwait JE (1911) The lumbo-sacral articulation. An explanation of many cases of „lumbago“, „sciatica“ and paraplegia. *Boston Med Surg J* 164:365–372
15. Stienen MN, Surbeck W, Tröhler U, Hildebrandt G (2013) Little-known Swiss contributions to the description, diagnosis, and surgery of lumbar disc disease before the Mixter and Barr era. *J Neurosurg Spine* 19(6):767–773
16. Veraguth O (1929) *Neurologische Skizzen*. Schweiz Med Wochenschr 10:154–158
17. Sicard JA, Forestier J (1921) Methode radiographique d'exploration de la cavité epidurale par le Lipiodal. *Rev Neurol* 37:1264
18. Dandy WE (1929) Loose cartilage from intervertebral disc simulating tumour of the spinal cord. *Arch Surg* 19:660–672
19. Adson AW, Ott WO (1922) Results of the removal of tumors of the spinal cord. *Archs Neurol Psychiatr* 8:520–538
20. Stookey B (1928) Compression of the spinal cord due to extradural cervical chordomas, diagnosis and surgical treatment. *Archs Neurol Psychiatr* 20:275–291
21. Bonomo L (1902) Laminectomy laterale: nuovo metodo di apertura del canale rachidiano. *Giorn Med Eserc Roma* 50:1132–1157
22. Love J, Walsh M (1938) Protruded intervertebral disks. Report of one hundred cases in which operation was performed. *JAMA* 111:396–400
23. Love J (1939) Removal of protruded intervertebral disc without laminectomy. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 14:800–805
24. O'Connell JEA (1951) Protrusion of the lumbar intervertebral disc. A clinical review based on five hundred cases treated by excision of the protrusion. *J Bone Joint Surg Br* 33:8–33
25. Yasargil M (1977) Microsurgical operation the herniated lumbar disc. *Adv Neurosurg* 4:81–82
26. Caspar W (1977) A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. *Adv Neurosurg* 4:74–80
27. Williams RW (1978) Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine (Phila Pa 1976)* 3:175–182
28. Weber H (1983) Lumbar disc herniation: a controlled, prospective study with ten years of observation. *Spine* 8:131–140
29. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW (1990) Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects: a prospective investigation. *J Bone Joint Surg (Am)* 72:403–408
30. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS (1994) Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med* 331(2):69–73
31. Smith L (1964) Enzyme dissolution of nucleus pulposus in humans. *JAMA* 187:137–140
32. Jansen EF, Balls AF (1941) Chymopapain: a new crystalline proteinase from papaya latex. *J Biol Chem* 127:459–460
33. Smith L, Garvin PJ, Gesler RM, Jennings RB (1963) Enzyme dissolution of the nucleus pulposus. *Nature* 198(311):1312
34. Lindblom K (1948) Diagnostic puncture of intervertebral disc in sciatica. *Acta Orthop Scand* 17:231–239
35. Javid MJ, Nordby EJ, Ford LT, Hejna WJ, Whisler WW, Burton C, Millett DK, Wiltse LL, Widell EH, Boyd RJ et al (1983) Safety and efficacy of chymopapain (Chymodiactin) in herniated nucleus pulposus with sciatica. Results of a randomized, double-blind study. *JAMA* 249(18):2489–2494
36. Hult L (1950) Retroperitoneal disc fenestration in low back pain and sciatica. *Acta Orthop Scand* 20:342–348
37. Craig F (1956) Vertebral body biopsy. *J Bone Joint Surg* 38A:93–103
38. Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, Oomori K (1975) Percutaneous discectomy. A new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp* 5:5–13
39. Kambin P, Gellman H (1983) Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine: a preliminary report. *Clin Orthop* 174:127–132
40. Kambin P (2005) History of surgical management of herniated lumbar discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery. In: Kambin P (Hrsg) *Arthroscopic and endoscopic spinal surgery: text and atlas*: second edition. Humana Inc, Totowa
41. Friedman WA (1983) Percutaneous discectomy: an alternative to chemo-nucleolysis. *Neurosurgery* 13:542–547
42. Maroon JC, Onik G (1987) Percutaneous automated discectomy: a new method for lumbar disc removal. *J Neurosurg* 66:143–146
43. Onik G, Helms CA, Ginsburg L, Hoaglund FT, Morris J (1985) Percutaneous lumbar discectomy using a new aspiration probe. *AJR Am J Roentgenol* 144:1137–1140
44. Gropper GR, Robertson JH, McClellan G (1984) Comparative histological and radiographic effects of CO₂ laser versus standard surgical anterior cervical discectomy in the dog. *Neurosurg* 4(1):42–47
45. Choy DSJ, Case RB, Fielding W (1987) Percutaneous laser nucleolysis of lumbar discs. *N Engl J Med* 317:771–772
46. Ascher PW (1986) Application of laser in neurosurgery. *Lasers Surg Med* 2:91–97

-
47. Bozzini PD (1870) Der Lichtleiter oder Beschreibung einer einfachen Vorrichtung und ihrer Anwendung zur Erleuchtung innerer Höhlen und Zwischenräume des lebenden animalischen Körpers. Landes-Industriecomptoir, Weimar
 48. Burman MS (1931) Myeloscopy or the direct visualization of the spinal canal and its contents. J Bone Joint Surg 13:695–696
 49. Pool JL (1938) Direct visualization of dorsal nerve roots of the cauda equina by means of the myeloscope. Arch Neurol Psychol 39:1308–1312
 50. Ooi Y, Morisaki N (1969) Intrathecal lumbar endoscope [1st report in Japanese]. Clin Orthop Surg 4:295
 51. Schreiber A, Suezawa Y (1986) Transdiscopic percutaneous nucleotomy in disc herniation. Orthop Rev 15:75–78
 52. Foley KT, Smith MM (1997) Microendoscopic discectomy. Tech Neurosurg 3(4):301–307
 53. Littré E (1844) Oeuvre complètes d'Hippocrate. J-B Baillière, Paris